

La sélection naturelle – une solution miracle face au varroa ?

Matthieu Guichard, Benjamin Dainat, Vincent Dietemann, Centre de recherche apicole, Agroscope (matthieu.guichard@agroscope.admin.ch)

Alors que la sélection de caractères de résistance affiche des progrès limités en vue d'obtenir des abeilles capables de survivre sans traitements en présence de varroa, le recours à la sélection naturelle est parfois avancé comme étant une solution infaillible. Dans quelle mesure est-ce le cas ?

Près de quatre décennies après l'arrivée du varroa en Suisse, les apiculteurs et apicultrices ne disposent toujours pas de solutions durables contre ce parasite. Cette situation est partagée avec la quasi-totalité des régions dans lesquelles des abeilles d'origine européenne sont utilisées en apiculture. La mise en place d'un concept de lutte, reposant entre autres sur des traitements acaricides répétés à des moments précis de l'année, reste nécessaire. L'alternative jugée plus durable de la sélection de caractères de résistance contre le varroa a été initiée rapidement après l'expansion mondiale du parasite, avec toutefois des résultats mitigés jusqu'à présent (voir la revue de littérature Guichard et al. 2020, résumée par F. Saucy, Revue Suisse d'Apiculture 08/2020 à ce sujet). La lenteur des progrès peut être attribuée au moins en partie au peu de compréhension des mécanismes de résistance impliqués. Cette compréhension encore évasive n'est toutefois pas nécessaire si on laisse faire la nature qui sélectionnera d'elle-même les caractères requis. Le recours à la sélection naturelle apparaît donc comme un moyen prometteur d'améliorer la survie des colonies et a récemment gagné l'attention des chercheurs, des apiculteurs et des personnes impliquées dans des projets de conservation voire de réensauvagement de l'abeille mellifère. Néanmoins, l'évaluation en termes d'efficacité des approches passées et actuelles de sélection de résistance par la nature est souvent manquante ou lacunaire. Nous avons entrepris une revue de littérature sur ce sujet qui a été récemment publiée dans la revue scientifique *Evolutionary Applications*. Cette revue rapporte les travaux qui proposent des applications basées sur les principes évolutifs. Dans l'article, après avoir fait l'état des lieux des approches de sélection naturelle existantes et discuté leurs forces et leurs faiblesses, nous proposons donc des solutions pour surmonter les obstacles évolutifs mais aussi pratiques à l'obtention de la résistance à varroa. Ce travail de synthèse a avant tout une visée conceptuelle ; l'éventuelle application pratique des solutions proposées ne peut toutefois se faire que dans le respect des règles sanitaires existantes et est idéalement accompagnée d'un suivi rigoureux pour optimiser les efforts investis.

Approches existantes

Deux approches ont été développées afin d'obtenir, par la sélection naturelle, des colonies capables de survivre sans traitements en présence de varroa : l'import de colonies issues de populations où une coévolution entre l'hôte et le parasite ont pu se mettre en place sans l'intervention de l'homme, et l'arrêt des traitements dans une population locale.

Les populations issues des imports ont connu des destins divers : certaines n'ont pas été capables de survivre sans traitements dans le nouvel environnement, d'autres montrent a priori un taux de survie intéressant sans qu'il soit possible de déterminer si celui-ci est lié à des facteurs génétiques (la résistance des populations d'origine) ou environnementaux (notamment pratique apicole implémentée et environnement physique des colonies). De manière générale tous les essais d'import documentés à ce jour n'ont pas démontré de bénéfices mais bien au contraire sont associés à des risques élevés d'introductions de pathogènes et d'hybridations incontrôlées avec les populations présentes dans la zone d'introduction. Les imports sont donc peu attractifs et à éviter.

La démarche d'arrêter de traiter des populations locales susceptibles a également eu des résultats mitigés : certaines populations ont semble-t-il pu se maintenir dans la durée, alors que dans d'autres, dont un exemple historique, Gotland, la situation a priori stable observée après quelques années n'a pas pu être conservée dans le temps (Baudendistel Schweizerische Bienen-Zeitung 12/2019 ; Diemann et Locke Schweizerische Bienen-Zeitung 12/2019). Dans d'autres cas, des populations survivantes subissent des interventions assez lourdes (p.ex. division des colonies en quatre essaims chaque année) durant le processus de sélection et les résultats de tests en condition apicole dans lequel elles ne seront pas soumises à ce processus (p.ex. colonies pas divisées en quatre) n'ont pas encore été publiés. On pourrait s'attendre à une survie inférieure si celle-ci est due au moins en partie au processus de sélection (p.ex. divisions).

Si la nature seule est aux commandes, la génétique issue de ces programmes ne correspond pas forcément aux attentes des apiculteurs (par ex. faible productivité, agressivité des abeilles, comme remarqué dans les populations survivantes de Gotland ou d'Avignon) et ne sont que rarement disponibles sur le marché pour satisfaire la demande globale de colonies résistantes à varroa.

Forces et faiblesses des approches existantes

En confiant le choix des colonies aptes à survivre et à persister d'année en année à la nature, on s'épargne un travail important d'évaluation et de sélection sur les critères évalués dans un programme de sélection : peu importe comment et pourquoi une colonie survit, c'est sa seule pérennité qui déterminera son maintien ou non dans la population. Il s'agit là d'un avantage non négligeable par rapport à la sélection de caractères de résistance. Par ailleurs, il est possible de sélectionner conjointement une diversité de mécanismes conduisant à cette résistance, alors que les programmes de sélection de résistance courants n'en choisissent qu'un ou un petit nombre sans que l'on connaisse leur pertinence envers le résultat attendu. En laissant faire la nature, on pourrait même favoriser certains caractères pour lesquels l'échelle d'évaluation n'est pas fiable (Von Virag et al., Revue Suisse d'Apiculture 11/2022) ou pour lesquels il n'existe actuellement pas d'échelle : c'est notamment le cas des potentiels mécanismes de tolérance des abeilles au varroa qui ne résultent pas en une diminution des taux d'infestations varroa comme la résistance, mais en des dégâts moins élevés pour les colonies.

Néanmoins, les points négatifs sont également nombreux. Outre les aspects éthiques et légaux liés au fait de laisser des colonies en nombre périliter sans traitements pour identifier d'éven-

tuelles survivantes, ces points restreignent grandement l'implémentation de telles démarches. Sur le plan organisationnel, il s'agit en premier lieu de la difficulté à trouver des conditions suffisamment isolées pour sélectionner année après année une telle génétique sans que celle-ci soit en permanence diluée par les fécondations avec les mâles des populations susceptibles environnantes présentes en abondance. Sans isolation suffisante, il y a aussi le risque de transférer, par la réinvasion, de grandes quantités de varroas des colonies non traitées aux colonies environnantes ne faisant pas partie du programme. S'ajoutent à cela les coûts économiques élevés en cas de pertes d'un grand nombre de colonies.

Sur le plan génétique, malgré les exemples de populations naturelles ayant développé une résistance au parasite, il n'est pas assuré que chaque population possède les gènes nécessaires à sa survie en présence du parasite et sans traitement. L'issue des programmes de sélection naturelle est donc incertaine. Les chances de succès dépendent donc de la présence de gènes favorables qui est fonction de la diversité génétique et donc, en général, de la taille des populations initiales. Un ordre de grandeur est qu'une population viable sur le long terme peut a priori être envisagée si la population initiale est constituée de plusieurs dizaines voire centaines de colonies (plus la population est grande, mieux c'est). Une conséquence mécanique de la pression de sélection est la baisse rapide du nombre de colonies les premières années après l'arrêt des traitements. Cette baisse peut limiter drastiquement la diversité génétique dans la population et sa résilience face aux stress toujours plus nombreux et intenses auxquels elle devra faire face. Même pour un stress très proche que constituerait l'invasion par une lignée de *Varroa destructor* différente de l'actuelle, à laquelle un cheptel d'abeille serait devenu résistant, sa survie ne serait plus assurée. On note déjà des différences de mécanismes de résistance entre les populations d'abeilles face au varroa actuel, il se pourrait donc très bien que les mécanismes permettant la survie d'un cheptel d'abeilles soient spécifiques à la population actuelle de varroa, et ne seraient pas efficaces contre des parasites différents.

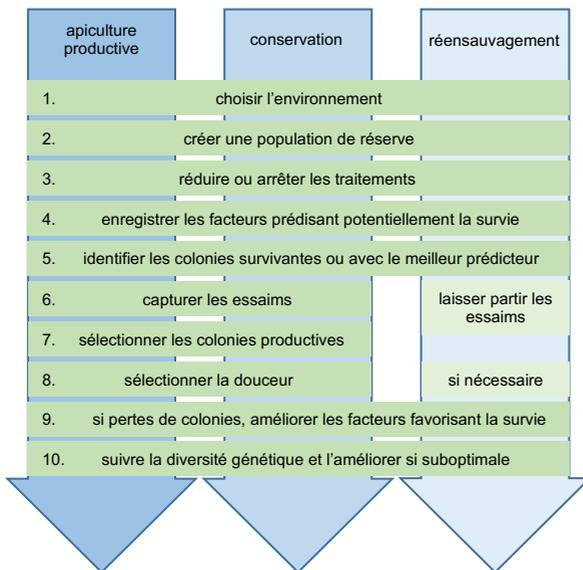
Une baisse de taille de la population au cours de la sélection peut aussi limiter les chances mêmes d'évolution des traits de survie. Un gène favorable peut en effet être perdu quand le peu de colonies porteuses meurent par hasard pour d'autres raisons que l'infestation par varroa, un phénomène appelé la dérive génétique.

Des effets génétiques peuvent aussi survenir du côté du parasite. Pendant le processus de sélection, le varroa peut être dispersé facilement par les abeilles venant piller des colonies s'effondrant à l'automne, conférant aux acariens les plus virulents un avantage sélectif : ils ont tout intérêt à tuer leur ruche hôte pour être transportés vers les ruches voisines lors du pillage. De cette façon, on risque de favoriser la sélection de varroas plus virulents via les ruchers non traités. Des colonies très fortement parasitées favorisent en outre les infestations multiples du varroa dans les cellules, permettant les recombinaisons de matériel génétique chez les descendants varroas issus de « familles clonales » différentes. La variabilité génétique que leur confèrent ces recombinaisons favorise l'adaptation. En effet, le varroa peut à son tour « réagir » à la sélection en acquérant, également par sélection naturelle, des capacités lui permettant de contrer les mécanismes de défense de son hôte. En conséquence, même si la population parvient à se maintenir quelques années, sa survie n'est pas garantie sur le long terme.

Par ailleurs, en cas de réussite apparente, il n'est pas certain que la survie des colonies observée soit d'origine génétique et donc transmissible à la descendance. Cette survie peut être permise par des conditions favorables d'environnement local ou de conduite des ruchers et pourraient donc être réversibles selon l'année, l'emplacement ou l'apiculteur.

Perspectives de progrès

Pour envisager des progrès futurs dans ce type de démarche de sélection dirigée par la nature, nous proposons des solutions aux problèmes identifiés. Par exemple, les coûts dus aux pertes de colonies susceptibles pourraient être limités en n'exposant qu'une partie de la population à un arrêt des traitements. L'autre partie correspondrait à une réserve de matériel génétique qui pourrait servir de cheptel de remplacement et assurerait la conservation de la diversité génétique originale qui pourrait se révéler utile pour assurer la résilience de la population. Il conviendrait aussi de contrôler les colonies régulièrement afin d'identifier au préalable les colonies susceptibles de s'effondrer puis de les traiter avant de les retirer, en vie, du programme. Pour cela, la détermination locale de prédicteurs permettant d'identifier les colonies destinées à s'effondrer ou pouvant survivre s'avère pertinente. Le retrait de ces colonies permettrait également de limiter les éventuels dégâts aux colonies du voisinage par la réinvasion par varroa, la sélection de varroa virulents et la transmission d'autres pathogènes opportunistes. La diversité génétique de la population dont la taille a diminué par la sélection pourrait être améliorée par



survie à long terme de la population sans traitements varroacides

Figure 1: schéma conceptuel pour l'élaboration de programmes de sélection pour l'obtention de colonies survivant à varroa tirant avantage des principes de la sélection naturelle. Les étapes d'un programme diffèrent en fonction de leur but: l'apiculture de production, la conservation pure ou le ré-ensauvagement

l'ajout régulier de quelques colonies du cheptel de remplacement local ou d'un cheptel résistant importé avec les possibles désavantages associés (dilution des traits de survie, introduction de pathogènes, dégradation de l'adaptation à l'environnement local, hybridation des abeilles locales). Enfin, une disposition espacée des colonies dans le rucher, pourrait freiner les flux de varroas entre elles et améliorer leur survie.

S'il n'existe à l'heure actuelle pas de recette clé en main pour obtenir une population survivante et résistante à partir d'une population susceptible, nous suggérons ici une trame théorique pour

la mise en place de nouveaux projets (fig. 1). Celle-ci fournit un guide conceptuel pour des démarches de sélection futures dont il conviendrait de suivre les progrès et de les rendre publiques pour permettre au plus grand nombre de bénéficier de l'expérience acquise, qu'elle soit positive ou négative.

Conclusion: laisser faire la nature n'apporte pas nécessairement que du bon!

Dans le contexte apicole, l'utilisation de la sélection naturelle pour obtenir, chez des abeilles d'origine européenne, la survie malgré l'infestation par varroa sans avoir recours à des traitements n'a, pour l'heure, pas permis d'aboutir à la solution espérée. Cet aboutissement est incertain, le chemin y menant est semé d'embûches et loin d'être aisé, même si la nature fait l'essentiel du travail. Le résultat actuel ne diffère donc pas grandement de celui auquel la sélection de caractères de résistance a abouti. La mise en place de nouveaux programmes de sélection intégrant la sélection naturelle doit s'accompagner d'une prise en compte des points faibles de ce type d'approche (fig. 2) pour obtenir de meilleurs résultats en diminuant les effets négatifs dus aux pertes de colonies et à l'imprévisibilité de l'aboutissement à une population survivante ou de ses qualités apicoles. Des essais en Suisse et à l'international tentent d'éta-

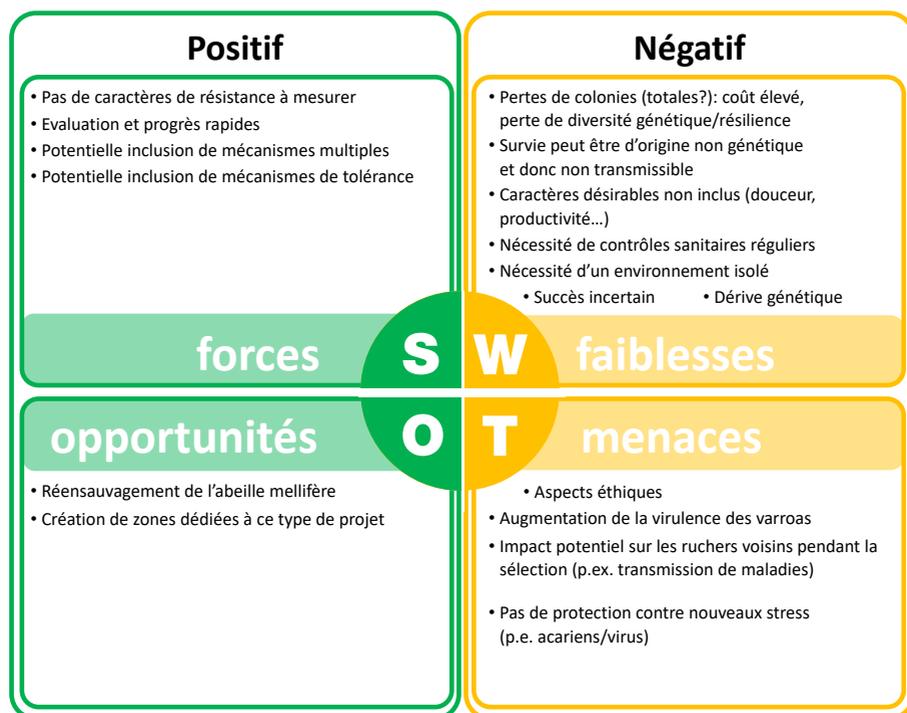


Figure 2: Analyse SWOT (de l'anglais Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) de la sélection de colonies survivantes à l'infestation par varroa suivant les principes de la sélection naturelle

blir les conditions nécessaires à l'arrêt des traitements tout en assurant la survie des colonies. D'ici que ces conditions soient établies – sans garantie qu'elles le soient un jour en toutes circonstances –, nous déconseillons fortement aux apiculteurs et apicultrices suisses de renoncer aux traitements contre le varroa dans le cadre de leur pratique apicole : au vu de la forte densité locale de colonies, la probabilité d'obtenir des populations survivantes est sans doute encore plus faible qu'ailleurs, tandis que les risques d'effets indésirables y sont très élevés. En tant que responsable de la santé de ses colonies, l'apiculteur ou l'apicultrice peut limiter autant que possible la survenue de symptômes de varroase en suivant les recommandations sanitaires en vigueur. Les traitements limitent certes la sélection naturelle, mais permettent d'optimiser la survie des colonies, les récoltes de miel (Hernandez et al. SAR 07/2022) et de maintenir la diversité génétique des populations face aux nombreux autres défis auxquelles elles doivent faire face.

Références

- Guichard, M., Dainat, B., Dietemann, V. Prospects, challenges and perspectives in harnessing natural selection to solve the 'varroa problem' of honey bees. *Evolutionary Applications* 2023. <https://doi.org/10.1111/eva.13533>
- Guichard M., Dietemann V., Neuditschko M., Dainat B. Advances and perspectives in selecting resistance traits against the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees. *Genetics Selection Evolution*, 52, (71), 2020, 1-22. <https://doi.org/10.1186/s12711-020-00591-1>
- Baudendistel R. Varroaresistente Bienen? Ein Besuch auf Gotland. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 12/2019
- Dietemann V, Locke B. Das Gotland-Projekt aus wissenschaftlicher Sicht. *Schweizerische BienenZeitung* 12/2019
- Hernandez J, Dietemann V, Aebi A. Le respect des recommandations de traitements contre le Varroa améliore la survie des colonies pendant l'hiver. *Revue Suisse d'Apiculture* 07/2022
- Saucy, F. Lu pour vous : Trois décennies de sélection d'abeilles mellifères survivant au Varroa : résultats, limitations et stratégie, pour une apiculture durable. *Revue Suisse d'Apiculture* 08/2022
- von Virag, A., Guichard, M., Neuditschko, M., Dietemann, V., Dainat, B. Sélectionner des colonies avec une faible reproduction du varroa? *Revue Suisse d'Apiculture* 11/2022